

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-272929
(43)Date of publication of application : 03.10.2000

(51)Int.Cl.

C03B 37/018

(21)Application number : 11-082827

(22)Date of filing : 26.03.1999

(71)Applicant : MITSUBISHI CABLE IND LTD

(72)Inventor : KIN MASATAKA

IKEDA YOSHIAKI

ITO HIDEAKI

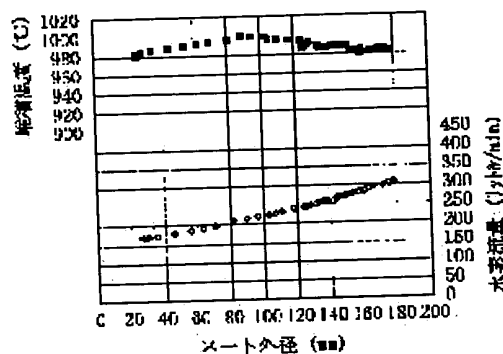
SHIMOYAMA YOSHIO

(54) PRODUCTION OF OPTICAL FIBER PREFORM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To surely produce an optical fiber preform not having soot crazing and bubbles.

SOLUTION: When producing an optical fiber preform by the OVD(outside vapour-phase deposition) method, the throughput of a fuel gas (hydrogen) blown from an exhaust nozzle for a feed gas is adjusted so as to linearly increase in proportion to the growth of a glass fine-grain deposited product and the absolute value of a temperature difference among deposited planes with each formation of a glass fine-grain deposited layer is maintained so as to be $\leq 10^{\circ}$ C. The decrease in the temperature difference between deposited planes enables the difference between soot densities to be reduced and enables a large-sized optical fiber preform free from soot crazing and bubbles to surely be obtained.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-272929

(P 2 0 0 0 - 2 7 2 9 2 9 A)

(43) 公開日 平成12年10月3日(2000.10.3)

(51) Int. Cl. ⁷
C03B 37/018

識別記号

F I
C03B 37/018

テマコード^{*} (参考)
C 4G021

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-82827

(22) 出願日 平成11年3月26日(1999.3.26)

(71) 出願人 000003263

三菱電線工業株式会社
兵庫県尼崎市東向島西之町8番地

(72) 発明者 金正▲高▼
兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線
工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 池田 厳明
兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線
工業株式会社伊丹製作所内

(74) 代理人 100077931
弁理士 前田 弘 (外1名)

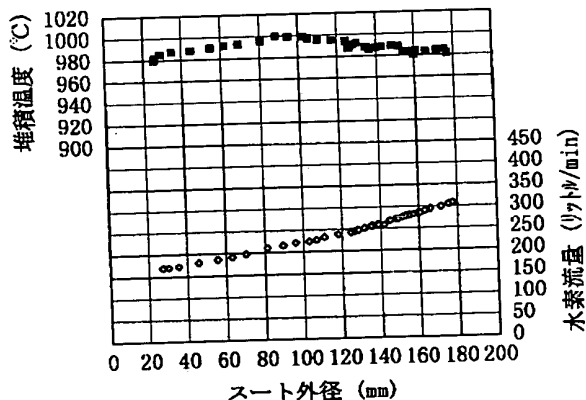
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバ母材の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 スート割れや気泡発生のない光ファイバ母材を確実に製造する。

【解決手段】 OVD法による光ファイバ母材の製造方法において、原料ガス噴出口から噴出させる燃料ガス(水素)の流量をガラス微粒子堆積体の成長に対して直線的に大となるように流量調整(白抜きの菱形参照)し、ガラス微粒子堆積層毎の堆積面の温度差を±10℃以下にする(黒四角参照)。堆積面の温度差を小さくすることにより、スート密度の差が小さくなり、スート割れや気泡発生のない大型の光ファイバ母材が確実に得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 バーナに設けられた原料ガス噴出口と出発材とをこの出発材の長手方向に相対的に往復移動させながら上記原料ガス噴出口から原料ガス及び燃料ガスを出発材に向かって噴出させ、この原料ガスの酸水素火炎中での加水分解反応により生じたガラス微粒子を上記出発材の径方向に積層状態に堆積させて光ファイバ母材を製造する光ファイバ母材の製造方法において、上記原料ガス噴出口から噴出させる上記燃料ガスの流量をガラス微粒子堆積体の成長に伴い大となるように流量調整し、ガラス微粒子堆積層毎の堆積面の温度差を±10℃以下にすることを特徴とする光ファイバ母材の製造方法。

【請求項 2】 請求項 1 において、燃料ガスの流量をガラス微粒子堆積体の成長に伴い直線的に大となるように流量調整することを特徴とする光ファイバ母材の製造方法。

【請求項 3】 請求項 2 において、燃料ガスの流量のガラス微粒子堆積体の径に対する傾きを予め設定し、この傾きに従って上記燃料ガスの流量を流量調整することを特徴とする光ファイバ母材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、OVD (Outside Vapour-phase Deposition) 法により光ファイバ用多孔質母材を製造するために用いられる光ファイバ母材の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、この種の光ファイバ母材の製造方法として、棒状の出発材に対し直交する方向からバーナにより原料ガス、燃料ガス、助燃ガス等を噴出させつつ、上記出発材とバーナとを上記出発材の長手方向に相対的に往復移動 (トラバース) させながら、上記原料ガスの酸水素火炎中での加水分解により生じたガラス微粒子を上記出発材の周囲に対し順次堆積することにより光ファイバ用多孔質母材を製造する方法が知られている。このような製造方法においては、通常、燃料ガスとしての水素を、製造開始時から終了時まで一定の流量で噴出するようにしている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、燃料ガスの流量を製造開始時から終了時まで一定にすると、図 4 に示すように、ガラス微粒子堆積体 (スート) が成長するにつれてこのスートの密度 (スート密度) が低下してしまう。このようなスート密度の低下は、図 5 に示すように、堆積面の温度がスートの成長につれて低下することに起因しており、堆積面の温度が高い時には焼き締め効果により、ガラス微粒子がより高密度に付着する一方、堆積面の温度が低くなれば上記の焼き締め効果が得られ

ないため、ガラス微粒子が低密度に付着するようになってしまうと考えられる。このようにスート密度が低くなれば、スートが割れやすくなってしまうという不都合があり、加えて、スートの成長につれてスート密度が低下すれば、スートの中心部と外周部との密度差が大きくなってしまい、上記光ファイバ母材を脱水・焼結する際に、内部に気泡が発生し易くなってしまいうという不都合がある。この気泡の発生は、一回のトラバースにより堆積されるガラス微粒子堆積層の層間においてもスート密度の差が大きくなれば起きるものである。

【0004】 そこで、スートの割れや、脱水・焼結時の気泡の発生を防止するために、スート密度を制御しながら光ファイバ母材を製造する方法 (例えば、特許 2793617 号公報参照) や、ガラス微粒子堆積層の層厚を薄くして光ファイバ母材を製造する方法が知られている (例えば、特開平 6-16447 号公報、または、特開平 9-118539 号公報参照)。

【0005】 ところで、近年、光ファイバの製造コスト削減のために、より太径かつ長尺の光ファイバ母材を製造することが要求されている。このように、径を太くしようとするれば、スートの中心部と外周部との密度差は従来に比べより大きなものになってしまい、しかも、長尺になることにより一回のトラバースに長時間を要するため、その間に堆積面の温度低下を招いてしまい、それに伴いスート密度も低下してしまうという不都合がある。

【0006】 このような光ファイバ母材の大型化に伴う不都合は、上記公報に記載された光ファイバ母材の製造方法であっても、十分に解決できず、スート割れや気泡の発生を防止して大型の光ファイバ母材を確実に得ることは極めて困難なものとなっている。

【0007】 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、製造中にスート割れを起こさない、かつ、脱水・焼結時に気泡が発生しない光ファイバ母材を確実に製造することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、本発明者は、スート密度の制御を堆積面の温度を制御することにより行うこととし、この堆積面の温度を燃料ガスの流量を調整することにより制御する点に着目して実験を繰り返した結果、上記燃料ガスの流量を所定の条件で流量調整すれば、最も効果的に堆積面の温度を制御することが可能になることを見出して本発明を完成するに至ったものである。

【0009】 具体的に、本発明は、バーナに設けられた原料ガス噴出口と出発材とをこの出発材の長手方向に相対的に往復移動させながら上記原料ガス噴出口から原料ガス及び燃料ガスを出発材に向かって噴出させ、この原料ガスの酸水素火炎中での加水分解反応により生じたガラス微粒子を上記出発材の径方向に積層状態に堆積させて光ファイバ母材を製造する光ファイバ母材の製造方法

10

20

30

40

50

を対象とし、この方法において、上記原料ガス噴出口から噴出させる上記燃料ガスの流量をガラス微粒子堆積体の成長に伴い大となるように流量調整し、ガラス微粒子堆積層毎の堆積面の温度差を $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 以下にすることを特定事項とする方法である。ここで、燃料ガスの流量調整としては、例えば、燃料ガスの流量をガラス微粒子堆積体の成長に伴い直線的に大となるように流量調整するのが好ましい。また、このように燃料ガスの流量を直線的に流量調整する制御としては、例えば、燃料ガスの流量のガラス微粒子堆積体の径に対する傾きを予め設定し、この傾きに従って上記燃料ガスの流量を流量調整すればよい。また、上記堆積面の温度は、ガラス微粒子堆積層の中心部から外周部にかけてほぼ一定となるようにしてもよいし、ガラス微粒子堆積層の層間において堆積面の温度差が $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 以内であれば、中心部から外周部にかけて僅かに低下するようにしてもよい。このような制御は、上記燃料ガスの流量のガラス微粒子堆積層の径に対する傾きの大きさを変更するによって実現される。

【0010】この場合、ガラス微粒子堆積体（スート）の径方向の成長に伴って、燃料ガスの流量を大とすることにより、火力が大きくなり堆積面の温度の低下が防止される。このため、ガラス微粒子堆積層毎の堆積面の温度差が小さくなる。そして堆積面の温度差を $\pm 10^{\circ}\text{C}$ とすれば、上記堆積層毎のスート密度差が小さくなる。これにより、スートの中心部と外周部とのスート密度差が小さくなり、その結果、スート割れや脱水・焼結時の気泡の発生が防止された光ファイバ母材が確実に得られる。また、光ファイバ母材が太径かつ長尺になっても、上記スート割れ及び気泡発生が確実に防止される。

【0011】また、燃料ガスの流量調整としては、以下の点でスートの成長に対して直線的に大とするのがより好ましい。

【0012】すなわち、例えばスートの成長に伴いステップ的に大とした場合には、燃料ガスの流量をステップ的に増加させた直後に堆積面の温度が高くなるが、そのステップと次のステップとの間である上記燃料ガスが一定流量で噴出されている間に堆積面の温度が下がってしまうようになる。このため、ガラス微粒子堆積層毎の堆積面の温度差が $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 以上となってしまう場合があり、これに伴いスート密度差も大きくなってしまう場合がある。このため、脱水・焼結時に光ファイバ母材の内部に気泡が発生してしまうおそれがある。一方、上記燃料ガスの流量を直線的に大とすれば、上記のような堆積面の温度の変動が防止されてスート密度差が小さくなるため、脱水・焼結時における内部の気泡発生が確実に防止される。この観点から、燃料ガスの流量はスートの成長に対して直線的に大となるように流量調整するのがより好ましい。

【0013】

【発明の効果】以上説明したように、本発明における光

ファイバ母材の製造方法によれば、スート割れや脱水・焼結時の気泡発生のない光ファイバ母材を確実に製造することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基いて説明する。

【0015】図1は、本発明の製造方法を実施するための光ファイバ母材の製造装置の一例を示し、1は出発材2に対し堆積されたガラス微粒子堆積体（スート）、3は上記出発材2に対し直交する方向から火炎を吹き付けるバーナ、4は上記スート1を挟んでバーナ3と相対向する排気管である。

【0016】上記出発材2はその両端がそれぞれ把持手段5により把持され、この両把持手段5、5は出発材2をその軸X回りに回転させながら軸X方向（同図の左右方向）に往復移動可能に基台（図示省略）上に配設されている。また、上記スート1を含み出発材2と、バーナ3及び排気管4の各先端部とが反応容器（図示省略）内に収容されている。

【0017】上記バーナ3は、原料ガス、燃料ガス、助燃ガス及びシールガス等が供給されこれらのガスを先端から噴出させて上記原料ガス中の原料を酸水素火炎中で加水分解させることによりガラス微粒子を上記出発材2に対し順次堆積させるものである。

【0018】上記原料ガスとしては SiCl_4 等のケイ素化合物が用いられる。また、上記シールガスとしては Ar 、燃料ガスとしては H_2 、上記助燃ガスとしては O_2 がそれぞれ用いられる。この場合、酸水素火炎中で上記原料ガスが加水分解され（ $\text{SiCl}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2 + 4\text{HCl}$ ）、 SiO_2 のガラス微粒子がターゲット（出発材2及びスート1）に対し堆積されることになる。

【0019】そして、上記バーナ3には、このバーナ3に対し少なくとも上記燃料ガスを供給する図示省略の供給装置が接続されており、この供給装置には上記燃料ガスについての流量調整手段（例えばマスフローコントローラ）が設けられている。そして、この流量調整手段が図示省略の流量制御手段からの制御信号により作動制御されて堆積過程に応じた所定流量の原料ガスが供給されるようになっている。すなわち、上記燃料ガスは、流量調整手段及び流量制御手段により、スート1の径方向の成長に対してその流量が直線的に大となるように制御されている。この燃料ガスの流量の流量制御は、過去に得られたデータに基づき、スート1の径に対する燃料ガスの流量の傾きを予め設定し、この傾きに従って上記燃料ガス流量の流量を調整するようにしている。具体的には、スート1の径を図示省略の超音波式、レーザ式などの距離測定装置によって測定しながら、このスート1が所定径にまで成長する間に上記燃料ガスの流量を所定流量にまで徐々に増加させるようにしている。これによ

り、上記燃料ガスの流量はスート1の径に対して所定の傾きをもって直線的に増加するようになっている。

【0020】上記のように燃料ガスを制御することによって、ガラス微粒子堆積層毎の堆積面の温度差を±10℃以下とし、堆積面の温度は製造開始から終了時に至るまでほぼ一定とする。その結果、堆積面の温度が、スート1の中心部から外周部にかけてほぼ一定となるに伴い、スート密度も径方向にほぼ一定となり、スート割れや、脱水・焼結時の気泡の発生を防止して、大型の光ファイバ母材を確実に製造することができるようになる。

＜他の実施形態＞なお、本発明は、上記実施形態に限らず、その他種々の実施形態を包含するものである。すなわち、上記実施形態においては、堆積面の温度が、スート1の中心部から外周部にかけてほぼ一定となるように燃料ガスの流量を制御するようにしているが、これに限らず、例えば、上記堆積面の温度差がガラス微粒子堆積層間で±10℃以内となる範囲で、堆積面の温度が、スート1の中心部から外周部にかけて僅かに低下するように燃料ガスの流量調整を行ってもよい。このような、燃料ガスの流量の流量調整は、上記堆積面の温度がスート1の中心部から外周部にかけてほぼ一定となる場合の上記スート1の径に対する燃料ガス流量の傾きよりも、小さい傾きとなるように燃料ガスの流量の流量調整をすれば、実現することができる。この場合であっても、スート密度の低下が防止できると共に、スート1の径方向に対する密度差を小さくすることができるため、スート割れや脱水・焼結時の気泡の発生を防止して、大型の光ファイバ母材を確実に製造することができるようになる。

【0021】また、上記燃料ガスの流量の制御として、上記実施形態のようにスート1の径に対する流量を予め設定して行うことに限らず、例えば、サーモグラフィ等の温度計測手段を用いて堆積面の温度を計測しながら、この計測値に基づいてそのガラス微粒子堆積層毎の堆積面の温度差が±10℃となるように上記燃料ガスの流量の流量調整を行ってもよい。なお、上記温度計測手段としては、温度計測点がスート1の成長と共に移動することを考慮すれば、非接触式の温度計測手段が好ましい。

【0022】

【実施例】図2または図3は、スート1の成長に対する燃料ガス（水素）の流量（同図の白抜きの菱形参照）と、そのときの堆積面の温度（同図の黒四角参照）の変化をそれぞれ示しており、製造条件は、出発材2の径が25mm、終了径、すなわち光ファイバ母材径が180

mm、原料ガス流量が60g/min、出発材のトラバース速度が800mm/min、出発材の移動距離が840mmである。そして、図2は、水素流量はスート1の径に対して直線的に増加するように流量調整した場合を示しており、堆積面の温度はスート1の径方向にほぼ一定となり、径方向にスート密度差を小さくすることができ、スート割れや気泡発生のない、大型の光ファイバ母材が得られた。

【0023】一方、図3は、上記水素流量をスート1の径に対してステップ的に増加させた場合の比較例である。すなわち、スート径が所定値となったときにステップ的に水素流量を増加させるようにしている（例えばスート径60mmまたは80mm付近等参照）。この場合、堆積面の温度は径の成長に対し大きく変動するようになる。これは、水素流量を増加させた直後は堆積面の温度が高くなるが、その後、次ぎに水素流量を増加させるまでの水素流量が一定流量である間上記堆積面の温度が低下してしまう。そして、再び水素流量をステップ的に増加させた直後に再び堆積面の温度が高くなり、その後低下する。このことを繰り返しながらスートが成長するため、堆積面の温度がスートの成長に対して大きく変動してしまうと考えられる。そして、得られた光ファイバ母材の径方向のスート密度の分布も同様に大きく変動したものとなっていた。

【0024】以上の結果より、上記水素流量をスートの成長に応じてステップ的に増大させるのではなく、直線的に増大させる方がより好ましい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光ファイバ母材の製造装置の概要を示す平面図である。

【図2】スートの径に対する燃料ガス（水素）流量及び堆積面の温度の変化を示す実施例である。

【図3】スートの径に対する燃料ガス（水素）流量及び堆積面の温度の変化を示す比較例である。

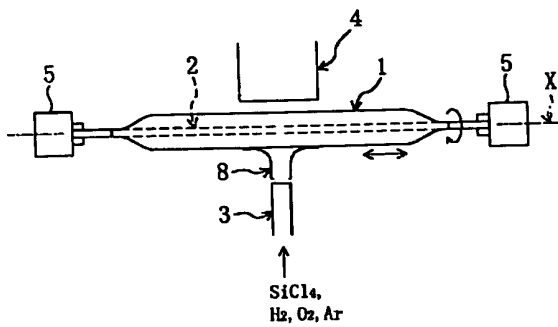
【図4】燃料ガス流量を一定にした場合のスートの径に対するスート密度の変化を示す図である。

【図5】燃料ガス流量を一定にした場合のスートの径に対する堆積面の温度の変化を示す図である。

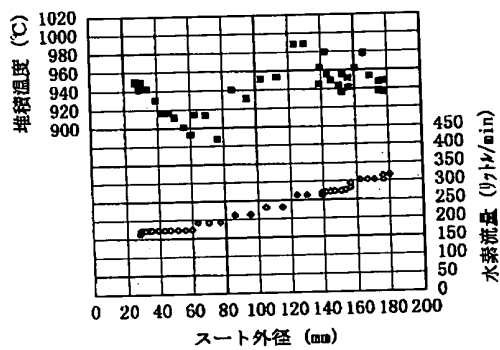
【符号の説明】

- | | |
|---|----------------|
| 1 | スート（ガラス微粒子堆積体） |
| 2 | 出発材 |
| 3 | バーナ |

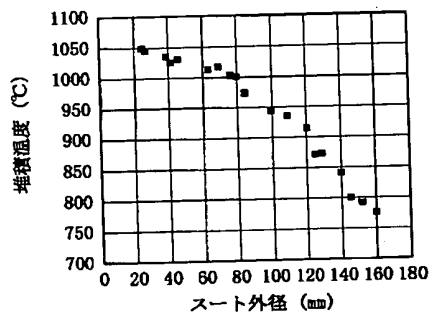
【図 1】



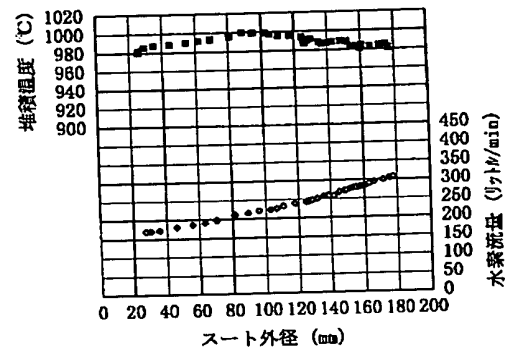
【図 3】



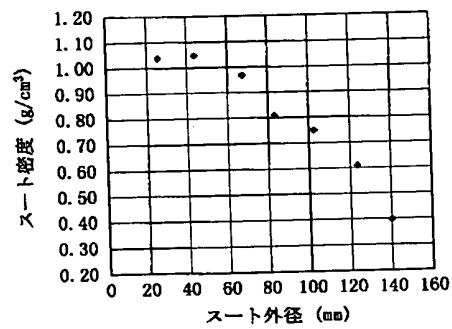
【図 5】



【図 2】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 秀明
兵庫県伊丹市池尻 4 丁目 3 番地 三菱電線
工業株式会社伊丹製作所内

(72)発明者 下山 義夫
兵庫県伊丹市池尻 4 丁目 3 番地 三菱電線
工業株式会社伊丹製作所内
Fターム(参考) 4G021 EA03 EB13 EB26